

УДК 624.9

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА

О. А. Чехранова¹, Е. Г. Гашо²

^{1,2} Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

¹ Chehranova.olga@yandex.ru

Аннотация. В статье приведен анализ текущей ситуации теплоэнергетического комплекса Красноярска. Разработаны мероприятия по совершенствованию источников теплоснабжения, определению перспективных источников и расчету их теоретического и практического теплового потенциала с учетом экономической целесообразности.

Ключевые слова: низкопотенциальное тепло, энергоэффективность, экологическая безопасность, теплонасосная установка, вторичные энергоресурсы

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF HEAT SUPPLY SCHEMES FOR EFFICIENT USE OF ENERGY RESOURCES ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KRASNOYARSK

O. A. Chekhranova¹, E. G. Gasho²

^{1,2} National Research University
Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russia

¹ Chehranova.olga@yandex.ru

Abstract. This article analyzes the current situation of the heat and power complex of the city of Krasnoyarsk. Measures have been developed to improve heat supply sources, identify promising sources, and calculate their theoretical and practical heat potential, taking into account economic feasibility.

Keywords: low-potential heat, energy efficiency, environmental safety, heat pump installation, secondary energy resources

Для полноценного развития страны необходимо обеспечивать урбанизацию городов, которая характеризуется расширением и улучшением социальной сферы, строительных, наукоемких и промышленных отраслей, а также стратегически важным является развитие энергетики как регионов в частности, так и страны в целом.

В энергетической стратегии России на период до 2035 г. указано, что приоритеты государственной энергетической политики — это развитие энергетического сектора, которое будет обеспечиваться с учетом следующих приоритетных направлений государственной энергетической политики [1]:

1) гарантированное обеспечение энергетической безопасности страны и ее регионов, включая недопущение в любых условиях дефицита топливно-энергетических ресурсов;

2) создание стратегических запасов топлива, необходимых резервных мощностей и комплектующего оборудования;

3) обеспечение стабильности функционирования систем электроэнергетического комплекса и теплоснабжения;

4) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике;

5) рациональное природопользование и энергетическая эффективность;

6) максимальное использование преимуществ централизованных систем энергоснабжения.

За все время существования теплоснабжения в России система стала самой масштабной в мире, порядка 40 % от мировой доли приходится на российское централизованное производство тепла, которое состоит из 55 тыс. локальных и 20 тыс. обслуживаемых систем и предприятий. За 2018 г. потребление тепловой энергии составило порядка 800 млн Гкал, из них 5 % приходится на горячее водоснабжение, 45 % — на отопление, половину составляет промышленность [2].

Проведен анализ теплоснабжения Красноярска, выявлены ключевые особенности, проблемы и тепловой потенциал города. Красноярск — крупный промышленный город, имеющий большой потенциал для совершенствования теплоснабжения, внедрения энергоэффективных технологий и ввода низкопотенциальных источников с практически нулевыми выбросами. Такими источниками, по нашему мнению, являются крупная река Енисей, которая не замерзает круглый год, сбросное тепло от теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) и тепловые по-

тери от крупного промышленного предприятия — Красноярского алюминиевого завода (КраАЗ).

В Красноярске функционирует множество промышленных предприятий, которые, в свою очередь, на своем производстве теряют до 60 % тепловой энергии, наиболее крупным является КраАЗ. Несмотря на то что теплоснабжение города осуществляется преимущественно от ТЭЦ, в городе присутствует большое количество котельных.

Общая площадь жилого фонда составляет 26 тыс. м². Оценивая это показатель в м² на человека, получаем, что в среднем на одного жителя Красноярска приходится 20 м², что соответствует норме.

Экологическая обстановка Красноярска крайне тяжелая, ежемесячно фиксируются превышения предельно-допустимой концентрации (ПДК) атмосферного воздуха порядка на 20 %.

Основными источниками выбросов являются предприятия промышленного комплекса, теплоэнергетические предприятия и автотранспорт.

Основными источниками низкопотенциального тепла является незамерзающая река Енисей. Теоретический потенциал Енисея составляет 60–100 млн Гкал. Крупными источниками сбросного тепла являются Красноярские ТЭЦ. Ежегодно на ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 сбрасывается порядка 4 млн Гкал, а на ТЭЦ-3 — около 1 млн Гкал. Ежегодное потребление КраХ составляет 13 млн Гкал, из них 8 млн Гкал сбрасывается в атмосферу.

Таким образом, тепловые электростанции имеют большой запас низкопотенциального тепла в системе водооборотного охлаждения. Сегодня технически возможно утилизировать до 50 % низкопотенциального тепла, что составляет порядка 10 % от количества отпускаемой теплоты. Для утилизации применяют теплонаносные установки (ТНУ).

В настоящей работе рассмотрено два варианта использования низкопотенциального тепла: 1) использование ТНУ для дополнительного производства электрической энергии; 2) увеличение отпуска теплоты от ТЭЦ. В качестве низкопотенциального источника была выбрана охлаждающая вода технического водоснабжения. Выбор такого источника низкопотенциального тепла даст следующие преимущества:

- 1) сокращение сбросного тепла;
- 2) снижение температуры воды на входе в паровую турбину (ТП);
- 3) повышение экологической эффективности.

Температурный уровень подпиточной воды на Красноярских ТЭЦ в среднем составляет 35 °С, перед деаэратором и расход пропиточной воды составляет усредненно 2200 т/ч, что позволяет установить ТНУ большого диапазона мощности — от 1 до 100 МВт. Следовательно, учитывая сказанное, предполагается место включения ТНУ в тепловую схему ТЭЦ после пучков конденсаторов турбин.

Результаты расчета экономии топлива относительно названных выше вариантов показали, что наибольшую экономию даст второй. Также внедрение ТНУ дает значительное сокращение УРУТ на станциях. При этом при внедрении ТНУ увеличиваются затраты на собственные нужды на электроэнергию. От тарифа на электроэнергию зависит срок окупаемости такого мероприятия, в среднем он составляет от 3 до 6 лет.

Самым мощным источником энергии является Енисей, и в условиях города наиболее эффективным источником могут стать теплонаносные установки, использующие теплоту речной воды. Тепловые насосы большой мощности распространены в Швеции и Финляндии. В настоящее время производство отечественных парокомпрессионных тепловых насосов большой мощности осуществляется в Новосибирске, тепловая мощность достигает 3 МВт. Производство с центробежными компрессорами организовано в Казани, тепловая мощность — порядка 11,5 МВт. Экологическая эффективность теплового насоса уже доказана [3]; применяемый в расчете фреон не влияет на озоновый слой, но воздействует на парниковый эффект с $GWP = 1340$ по сравнению с CO_2 .

Еще одним крупным источником энергии является КрАЗ. Завод ежегодно производит более 1 млн т алюминия, производство которого высокоэнергоемкое. Основным источником энергии является Красноярская ГЭС. Потребление энергии на производство 1 т алюминия составляет примерно 13,5 млн Гкал. Для минимизации потери тепла и дальнейшего его использования предлагается в процессе электролиза устанавливать воздушные теплообменные аппараты. Энергетическим и экологическим эффектом от таких мероприятий после совершенствования процессов стало сокращение выбросов более чем в 1,5 раза; они составляют уже не 60, а 40 %.

Для повышения эффективности теплоснабжения необходимо модернизировать оборудование и использовать более эффективные методы получения энергии, например получение тепла от низко-потен-

циальных источников. По классификации, представленной в работе Е. Г. Гашо [4], Красноярск относится к 3-й категории по удельному показателю энергопотребления; выше средних показателей в 12 (т у. т.)/чел. По параметрам модели выделения приоритетов в энергоэффективном развитии региональных ТС Красноярск должен руководствоваться тем, что перспективный объем V_i потребления ресурсов должен быть ниже текущего V . В приоритете группы должна быть комплексная модернизация всех энергоемких производств, применение всех имеющихся ресурсов и использование энергоресурсов более высокого качества.

Список источников

1. Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/ (дата обращения: 25.03.2020).
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/d81b29821e3d3f5a8929c84d808de81d/energyefficiency2019.pdf> (дата обращения: 01.04.2020).
3. Султангузин И. А., Потапова А. А. Высокотемпературные тепловые насосы большой мощности для теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2010. № 10. С. 23–27.
4. Гашо Е. Г. Разработка методологии совершенствования промышленных и коммунальных теплоэнергетических систем [Электронный ресурс] : дис. ... д-ра техн. наук: 05.14.04 / Евгений Геннадьевич Гашо. М., 2018. 449 с. URL: <https://mpei.ru/diss/Lists/FilesDissertations/364-Диссертация.pdf> (дата обращения: 01.04.2020).